

ROBOTIIKKASOLUN KULJETINJÄRJESTELMÄN SÄHKÖISTYS

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Mekatroniikka
Opinnäytetyö AMK
Syksy 2011
Lassi Torkkola

Lahden ammattikorkeakoulu

Tekniikan ala, Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, Mekatroniikka

TORKKOLA, LASSI: Robotiikkasolun kuljetinjärjestelmän sähköistys

Mekatroniikan opinnäytetyö, 32 sivua, 11 liitesivua

Syksy 2011

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä käsitellään robotiikkasolun kuljetinjärjestelmän sähköistyksen suunnitteluprosessia sekä sähköistyksen käytännön toteuttamista. Opinnäytetyön aikana suunniteltiin sekä toteutettiin käytännössä robotiikkasolun kuljetinjärjestelmän sähköistys Lahden ammattikorkeakoululle. Työntilaajana ja samalla työnohjaajana oli Teijo Lahtinen Lahden ammattikorkeakoulusta.

Työssä perehdytään lyhyesti sähkötöiden yleisiin työturvallisuusvaatimuksiin, keskeisiin komponentteihin sekä kuvataan hihnakuljettimia ja niiden käyttötarkoitusta sekä huolto- ja kunnossapitotoimenpiteitä. Opinnäytetyössä kuvataan myös sähkösuunnittelun ja piirustusten perusteita, teoriaa ja nimikkeistöä.

Opinnäytetyön käytännön toteutus esitellään vaiheittain ja analysoidaan lähtökoh-
tia sekä lopputulosta. Tiedonlähteinä on käytetty alan kirjallisuutta sekä sähköisiä
lähteitä.

Opinnäytetyön lopputuloksena ovat sähköpiirustukset robotiikkasolun kuljetinjär-
jestelmään sekä käytännön sähköistyksen toteuttaminen.

Avainsanat: robotiikkasolu, sähkösuunnittelu, sähköistys, kuljetinjärjestelmä

Lahti University of Applied Sciences

Faculty of Technology, Mechanical and Production Engineering, Mechatronic

TORKKOLA, LASSI: Electrification of the conveyor system of a robotic cell

Bachelor's Thesis in Mechatronic and Production Engineer, 32 pages, 11 appendices

Autumn 2011

ABSTRACT

This thesis deals with the electrification of the conveyor system of a robotic cell. The thesis describes the electrical engineering process and practical work of electrification of the conveyor system. Electrical drawings and plans were also accomplished and are shown in this thesis.

Teijo Lahtinen ordered the work for Lahti University of Applied Sciences. The theory part is based on literature and electronic sources.

The thesis demonstrates shortly safety issues related to electrical work and installations. Key components and belt conveyors are represented generally. The purpose and use of belt conveyors are described and maintenance policies presented shortly. Electrical engineering and drawing and basics, theory and nomenclature related to it are also covered in the theory part.

The practical phases of the installation work are described. The thesis starting point and results are analyzed.

The result in the thesis conclusion is electrical drawings for the conveyor system robotic cells and practical work related to electrification.

Key words: robotic cell, electrical engineering, electrification, conveyor system

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TYÖTURVALLISUUS	2
2.1	Sähkötyöturvallisuus	2
2.2	Sähköpätevyysluokat	3
3	KOMPONENTIT	5
3.1	Taajuusmuuttaja	5
3.2	Kontaktori	6
3.3	Johdonsuojakatkaisija	7
3.4	Riviliitin	8
3.5	Merkkilamppu	9
3.6	Turvakytkin	10
3.7	Sähkömoottori ja oikosulkumoottori	11
4	HIHNAKULJETTIMET	12
4.1	Toimintaperiaate ja käyttöolosuhteet	12
4.2	Huolto ja kunnossapito	13
5	SÄHKÖSUUNNITTELU	14
5.1	Sähköpiirustus	14
5.2	Piirrosmerkit, viivat ja tekstit	14
5.3	Piiri-, toiminta- ja yleiskaaviot	16
5.4	Johdotuskaavio ja kaapelikaavio	17
6	TYÖN TOTEUTUS	18
6.1	Sähkösuunnittelu	18
6.1.1	Sähkökuvien piirtäminen	18
6.1.2	Sähkökuvat – CADS Planner	19
6.2	Komponenttien suunnittelu ja asennus sähkökeskukseen	20
6.2.1	Komponenttien suunnittelu sähkökeskukseen	20
6.2.2	Komponenttien asennus sähkökeskukseen	21
7	YHTEENVETO	27
7.1	Opinnäytetyön lähtökohta	27
7.2	Opinnäytetyön eri työvaiheet	27

7.3	Tietotaidon kehitys ja työn onnistuminen	29
	LÄHTEET	30
	LIITTEET	32

1 JOHDANTO

Nykypäivänä erilaisten teollisuuslinjojen tuotantoprosesseissa ihmisen suorittama työvoima on korvattu teollisuusautomaatiolla sekä roboteilla. Ihmistyövoimaa on vähennetty merkittävästi yleistyvän automatisoinnin ansiosta. Kappaleiden automatisoidut kokoonpano- sekä pakkauslinjat on hyvin yleisiä nykyään kaikilla teollisuuden aloilla.

Opinnäytetyössä kerrotaan yleisesti sähkötyöturvallisuudesta sekä kuvataan sähköpätevyysluokat ja niihin liittyvät vaatimukset. Työturvallisuus on keskeisessä osassa toimittaessa sähkötöiden parissa, ja siksi aihetta käsitellään työn teoriaosuuden alussa. Työssä esitellään myös käytännön tuotokseen käytettyjä sähkökomponentteja yleisesti sekä niiden toimintaperiaatteita ja käyttökohteita. Työssä kuvataan robotiikkasoluun liitettyjä hihnakuljettimia ja niihin liittyviä huolto- sekä kunnossapitotoimintoja. Sähkösuunnittelusta kerrotaan yleisellä tasolla ja sähkökuvien yleisempiä piirrosmerkkejä sekä sähkökaavioita selvennetään.

Työn käytännön osuus on kuvattu vaiheittain; lähtökohdista aina työtilaajan kanssa suoritettuun laitekokonaisuuden lopulliseen testaukseen. Lopuksi opinnäytetyössä kuvataan työn lähtökohdat, työn eri vaiheet sekä pohditaan työn onnistumista ja saavutettua tietotaitoa.

2 TYÖTURVALLISUUS

2.1 Sähkötyöturvallisuus

Sähköasennuksia suunniteltaessa sekä toteutettaessa on ehdottoman tärkeää huomioida vaaditut turvallisuusmääräykset. Sähköasennustyöt on aina tehtävä ammattilaisen toimesta ja turvallisuusmääräyksiä sekä oikeita työtapoja noudattaen. Tehty laitteisto on täten turvallinen käyttää ja se täyttää viralliset turvallisuusvaatimukset ja -standardit. (Ahoranta 1999, 210.)

Turvallisesti ja oikein menetelmin tehdyssä sähkötyössä on muistettava muutama tärkeä asia: työ tulee suunnitella huolellisesti etukäteen ja työssä täytyy käyttää asianmukaisia työvälineitä, komponentteja sekä mittalaitteita. Sähköasennustöihin ryhtyvällä henkilöllä täytyy olla hallussaan voimassa oleva kirjallinen todistus ammattitaidostaan, jotta he ovat päteviä suorittamaan asennustyöt. Työntäjän velvollisuus on neuvoa, opastaa ja perehdyttää sähkötöiden tekijää sähkötöissä ja niihin liittyvissä turvallisuuskysymyksissä.

(Ahoranta 1999, 210.)

Sähköasennustöihin ryhtyvän täytyy omata pätevyys ja riittävä ammattitaito suoritettavista töistä tai vaihtoehtoisesti hänellä täytyy olla mukanaan pätevyyden omaava ja ammattitaitoinen opastaja tai valvoja, joka seuraa töiden etenemistä. Maallikoille sallitaan itse suoritettavaksi pieniä sähkötöitä, joita he saavat tehdä ilman minkäänlaista opastusta. Tämänlaisia töitä ovat mm. lampun vaihto, tulppasulakkeen vaihto sekä vikavirtasuojankytkin palautus kiinni-asentoon. Ammattitaitoinen sähköalan asentaja saa tehdä ilman opastusta vaativampia töitä kuten vian etsinnän jännitteenkoettimella tai volttimittarilla, tulppasulakkeen pohjan vaihdon ja jännitteisen kahvasulakkeen vaihdon. (Ahoranta 1999, 214.)

Vaativia sähköasennustöitä saavat tehdä vain sähköalan ammattilaiset. Töitä tekevän asentajan hallussa on oltava voimassa oleva pätevyystodistus, sähköalan peruskoulutus, riittävä työkokemus ja hyväksytysti suoritettu sähkötyöturvallisuus-

tutkinto. Nämä ehdot täyttävä asentaja on kykenevä turvalliseen ja asianmukaiseen asennustyöhön.

Käytännön asennustyötä tehdessä oli tärkeää huolehtia osallistuvien asentajien työturvallisuudesta. Robottisolun kuljetinjärjestelmän käytännön sähköistys oli osa suurempaa kokonaisuutta, johon osallistui myös muita opiskelijoita omine projektiosuuksineen. Komponenttien asennukseen oli varattu aikaa pari päivää viikosta, muulloin sähkökeskuksessa oli ohjausjännite kytkettynä, minkä johdosta keskuksen sisäisiä johdotuksia ja komponenttien kiinnityksiä keskuksen sisään ei voinut suorittaa turvallisuussyistä. Aina asennustyötä aloittaessa oli tarkastettava, että sähkökeskus oli jännitteetön ja turvallinen asennustöiden suorittamiseen. Sähkökeskuksen ollessa jännitteinen asennuksia tuli tehdä sähkökeskuksen ulkopuolella, kuljetinjärjestelmän läheisyydessä.

2.2 Sähköpätevyysluokat

Sähköpätevyysluokkia on 3 eri tyyppistä: Sähköpätevyys S1, Sähköpätevyys S2 ja Sähköpätevyys S3. S1-pätevyyden voi saada, jos on koulutukseltaan DI, insinööri tai teknikko. Tämän lisäksi hakijalla täytyy olla 2 - 6 vuoden laaja-alainen sähkötöiden johtamiseen perehdyttävä työkokemus, josta 1 - 2 vuotta täytyy olla 1 kV työkokemusta. Lisäksi hakijalta vaaditaan hyväksytysti suoritettu sähköturvallisuustutkinto 1. (Ahoranta 1999, 218.)

S2-pätevyyden voi saada sähköalan peruskoulutuksella tai vähintään 6 vuoden työkokemuksella sähköalan töistä. Lisäksi hakijalta vaaditaan voimassa olevaa sähköturvallisuudentutkinto 2. (Ahoranta 1999, 218.)

S3-pätevyyden voi saada itsenäisen sähkötyön edellyttämänä sähköalan koulutuksen ja työkokemuksen yhdessä. Lisäksi hakijalta vaaditaan voimassa olevaa sähköturvallisuudentutkinto 3. (Ahoranta 1999, 218.)

3 KOMPONENTIT

3.1 Taajuusmuuttaja

Ensimmäiset taajuusmuuttajat tulivat markkinoille jo 60-luvun lopulla. Nykypäivän versiot ovat huomattavasti kehittyneempiä. Varsinkin mikroprosessori- ja puolijohdetekniikan kehittymisen ansiosta kehitys on huomattavaa taajuusmuuttajissa. Taajuusmuuttaja koostuu neljästä pääosasta: tasasuuntaajasta, välipiiristä, vaihtosuuntaajasta sekä ohjaus- ja säätöpiiristä.

Tasasuuntaajan tarkoitus on muuttaa syöttöverkon vaihtosähkön sykkiväksi tasajännitteeksi. (Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry 1997, 13.)

Välipiirissä on kolme eri osiosta. Yhdessä niistä muunnetaan jännite tasavirraksi. Toisessa osiossa stabiloidaan sykkivä tasajännite ja se lähetään vaihtosuuntaajaan. Viimeisessä osiossa välipiiristä muunnetaan tasasuuntaajan vakiotasajännite muuttuvaksi jännitteeksi. (Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry 1997, 16.)

Vaihtosuuntaajan toiminta on ohjata aina moottorijännitteen taajuutta. Yhdessä vaihtosuuntaajatyypeistä muunnetaan myös vakiotasajännite muuttuvaksi vaihtojännitteeksi. (Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry 1997, 18.)

Ohjauspiiri lähettää tai ottaa vastaan viestejä joko tasasuuntaajaan, välipiiriin tai vaihtosuuntaajaan. Ohjauspiirin tehtävä on olla yhteydessä taajuusmuuttajaan kytkettyihin laitteisiin. (Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry 1997, 31.) Kuvi-
ossa 1 on opinnäytetyössäni käyttämä taajuusmuuttaja.



KUVIO 1. Taajuusmuuttaja mallia Movitrac b

3.2 Kontaktori

Kontaktorin rakenne ja toimintaperiaate on samanlainen kuin sähkömagneettisen releen. Oleellisin ero näillä kahdella komponentilla on, että kontaktori on tarkoitettu kytkinlaitteeksi päävirtapiiriin ja rele taas on tarkoitettu käytettäväksi ohjausvirtapiirissä. Kuviossa 2 on päättötyössä käytetty kontaktori.

(Ahoranta 1999, 109.)



KUVIO 2. Klocner Moellerin kontaktori (Moeller 2011.)

Sähkövirran kulkiessa kontaktorin kelan läpi kela vetää liikkuvan rautasydämen kiinteää rautasydäntä vasten, jolloin kontaktorin kytkinosan NC-koskettimet aukeutuvat ja NO-koskettimet sulkeutuvat. Jos kontaktorin virtapiiri katkaistaan, niin kontaktorissa oleva jännittynyt jousi työntää kytkinosat takaisin omiin alkuperäisiin asentoihin. Kontaktorin koskettimet on suunniteltu niin, että ne kestävät (10 A - 1000 A) virtojen kytkemisen ja katkaisemisen. (Ahoranta 1999, 109.)

3.3 Johdonsuojakatkaisija

Johdonsuojakatkaisijan toimintaperiaate tapahtuu joko pienellä ylivirralla bimetalililiuskalla tai suurella virralla (oikosulkuvirralla) sähkömagneetti. Johdonsuojakatkaisijan koskettimet avautuvat vikavirran tullessa. Kuviossa 3 on yksivaiheinen johdonsuojakatkaisija. (Ahoranta 1999, 117.)



KUVIO 3. ABB:n valmistama johdonsuojakatkaisija (ABB 2011.)

Yleisimmin johdonsuojakatkaisijoita käytetään sähkölaitteiden suojauksessa. Nykyisin kiinteistöjen sekä teollisuuden sähköasennuksissa johdonsuojakatkaisijat ovat syrjäyttäneet vanhanaikaiset tulppasulakkeet. Tämän vuoksi sähkökeskusten koot ovat nykyään paljon pienempiä ja vanhan, palaneen, sulakkeen manuaalinen vaihtotyö jää kokonaan pois. (Ahoranta 1999, 117.)

3.4 Riviliitin

Riviliittimen tarkoituksena on yhdistää tai katkaista siihen tuotu johdin. Riviliittimelle tuodaan yksi tai useampi johdin, joka voidaan riviliittimen yhdistyspalalla jakaa lähteväksi moneen riviliittimeen, riippuen mihin tarkoitukseen riviliitin on suunniteltu kyseisessä sähköasennustyössä.

(Halme 2011.)

Riviliittimiä löytyy erivärisiä ja -kokoisia. Värit määräävät, onko kyseessä vaihepuolenliitin, suojamaaliitin vai nollaliitin. Harmaa riviliittimen väri on yleensä aina vaihejohtimelle, keltavihreä riviliitin on aina oltava suojamaajohdolle, vaaleansininen riviliitin on nollajohdolle.

Kuviossa 4 on nollajohdolle tarkoitettun riviliittimen.

(Halme 2011.)



KUVIO 4. Phoenix Contactin riviliitin (Phoenix Contact 2011.)

Riviliittimen koko taas määräytyy käytettävän johtimen koon mukaan. Riviliittimelle tuotava johdin tai vaihtoehtoisesti sähkökeskuksessa jollekin muulle kojeelle tuotavaan johtimeen on puristettava johdinholkki. Johdinholkin käyttötarkoitus on tehdä liitoksesta luotettavampi ja myös sitoa monisäikeinen johdin tiiviiksi siistiksi nipuksi; muutoin vaarana on oikosulkujen mahdollisuus. (Halme 2011.)

Päättötyössä käytännön osuudessa on käytetty Phoenix Contactin riviliittimiä. Riviliittimet on aina merkittävä numeroinnilla, mikä helpottaa johdotuksen seuraamista sähkökuvilla. (Halme 2011.)

3.5 Merkkilamppu

Merkkilamppu ilmaisee yleensä jonkin tietyn asian tilatietoa, esim. toimilaitteen vikatilaa. Välkkyvä tai jatkuvasti palava merkkilamppu kiinnittää yleisesti huomiota ja huoltotoimenpidettä tekevän henkilön on helppo täten reagoida tilanteeseen.

seen oikein toimenpitein. Merkkilampun sammumiseen tarvittavat toimenpiteet ovat yleensä kuittaus- tai laitteelle tehtävä huoltotoimenpide.

(Halme 2011.)

Merkkilamppuja on saatavana useita erivärisiä; yleisesti käytetyimmät ovat punaisia, keltaisia, vihreitä ja sinisiä. Merkkilampun väri valitaan käyttötarkoituksen mukaisesti esim. punainen lamppu varoitusvaloksi. Muita merkkilamppujen käyttökohteita ovat mm. kuittauspainikkeet ja käynnistyspainikkeet. Merkkilamput on asennettava näkyvälle paikalle, jotta koneen käyttäjän on helppo seurata reaaliaikaisia tilatietoja sekä havaita nopeasti mahdolliset hälytykset sekä vikatilat. Sähkökeskukseen tulevan merkkilampun valintakriteereihin vaikuttavat käyttöjännite, sähkökeskuksen sijainti ja suojaluokitus (sisä- vai ulkotiloissa) sekä merkkilampun ominaisuudet, kuten koko, materiaali ja vaadittava käyttöikä.

(Halme 2011.)

3.6 Turvakytkin

Turvakytkimen tarkoituksena on katkaista luotettavasti virtapiiri. Turvakytkimiä käytetään yleisesti sähkömoottorikäytöissä katkaisemaan virtapiiri moottorille, esim. huoltotöiden takia. Turvakytkin on aina luotettavasti lukittava huoltotöiden ajaksi, jotta turvallisuusvaatimukset täyttyvät. Turvakytkin on sijoitettava sähkömoottorin välittömään läheisyyteen, ja se on suojattava erillisellä sulakesuojauksella. (Halme 2011.)

Turvakytkintä valittaessa on huomioitava nimellisvirta, moottorin antama antoteho ja suojausluokitus. Nimellisvirtaa hahmoteltaessa apuna voi käyttää valmiina olemassa olevia taulukoita, joista selviää, minkä virtaisen turvakytkimen kannat-

taa kohteeseen valita. Suojausluokitus on myös tärkeä asia valintaa tehtäessä; erityisesti tämä täytyy ottaa huomioon pölyisissä tai likaisissa kohteissa/tiloissa. (Halme 2011.)

3.7 Sähkömoottori ja oikosulkumoottori

Sähkömoottoreiden käyttötarkoitus kohdistuu pääasiallisesti teollisuuteen sekä tuotantotekniikkaan. Sähkömoottoreita käytetään pääasiallisesti sähkövirran muuntamiseen mekaaniseksi liikkeeksi. Sähkömoottoreita käytetään mm. kuljettimien lineaariseen liikkeeseen, erilaisten puhaltimien ja tuulettimien pyörittämiseen sekä säätämään erityyppisiä automatisoituja koneita ja prosesseja. Sähkömoottorin tarkoitus on pyörittää prosessia tai laitetta halutulla nopeudella ja tietyllä tarkkuudella sekä mahdollistaa käyttölaitteelle tai koneelle automatisoidut, tarkat ja nopeat liikkeet. (Lahtinen 2011.)

Sähkömoottorit ovat toimilaitteita, kuten esim. tuulettimet, imurit, hihnakuljettimet ja liukuhihnat. Toimilaitteiden tarkoitus on muuttaa erilaisten prosessien tilatietoja. Sähkömoottoria voisi kutsua toiselta nimeltä ”työjuhdaksi”, se tekee mekatronisessa- sekä automaatioteollisuudessa kaiken niin sanotun likaisen ja raskaan työn, joka liittyy prosessien ja järjestelmien suorittamiseen ja hallintaan. (Lahtinen 2011.)

Sähkömoottorit on luokiteltu tehon, käyttötarpeen ja toimintaperiaatteen mukaan. Sähkömoottoreita on olemassa kolmenlaisia: tasavirtamoottorit, askelmoottorit ja oikosulkumoottorit. Näistä kolmesta eri moottorityypistä valitaan oikeanlainen käyttökohteen mukaan. (Lahtinen 2011.)

Oikosulkumoottori on yleisin moottori ja teollisuudessa eniten käytetty. Sen suosio perustuu moottorin halpaan hintaan sekä sen toiminnan luotettavuuteen. Huo-

noja puolia oikosulkumoottorissa on sen epävakaisuus, epälineaarinen kuormitusvirta sekä pyörimisnopeuden säätömahdollisuus. Oikosulkumoottorin pyörimisnopeuden säädön voi kuitenkin ohjata taajuusmuuttajalla tarkasti ja edullisesti. Oikosulkumoottori on rakenteeltaan epätahtimoottori. (Lahtinen 2011.)

4 HIIHNAKULJETTIMET

4.1 Toimintaperiaate ja käyttöolosuhteet

Hiihnakuljettimet koostuvat yleensä kahdesta ketjusta ja kuljettimen ketjuihin on kiinnitetty lamelleja. Ketjut voivat olla joko liuku- tai rullalaakeroituja kuljettimen runkoon ja kuljetin taipuu vain yhdessä tasossa. Kuljettimella siirrettävät kappaleet lepäävät lamellien päällä kuljettimen liikkuessa lineaarisesti ja tämän rakenteen ansiosta voidaan käyttää siirtämään raskaitakin kappaleita. Näitä kuljettimia voidaan myös käyttää kuumien, kulmikkaiden ja epäsymmetristen kappaleiden kuljetukseen. Hiihnakuljettimet ovat erinomaisia kuumiin olosuhteisiin. Kuljettimet eivät tarvitse ulkopuoleista käyttömoottoria vaan ne toimivat omalla moottorillaan. Hiihnän materiaali valitaan kuljetettavan materiaalin mukaan, materiaalit voivat olla terästä, muovia tai puuta ja muoto määräytyy käyttötarkoituksen ja kuljettavien kappaleiden mukaan. Useimmiten muodot ovat tasomaisia mutta tarvittaessa niitä voidaan valmistaa myös erikoisrakenteisina. Hiihnakuljettimet eivät sovellu kappaleiden varastointiin.

Hiihnakuljettimet ovat yleisesti melko hitaita ja äänekkäitä. Kuljettimet kuluttavat paljon enemmän sähköenergiaa kuin muut kuljetin tyypit ja ne on pääsääntöisesti suunniteltu raskaille kappaleille ja erikoissovelluksille. (Fonselius 1988, 55.)

4.2 Huolto ja kunnossapito

Hihnakuljettimille kunnossapitotarkastus tulee tehdä säännöllisin väliajoin; suositeltavaa se olisi tehdä viikoittain. Tuotannon pitkäaikaisten keskeytyksien välttämiseksi on syytä tarkkailla kuljettimen käyntiä ajoittain ja korjata havaitut viat välittömästi. Hihnakuljettimen varustelusta riippuen tarkkailtavia kohteita yleensä ovat hihna ja käyttölaite.

Hihnan vaihdossa on huomioitava, että uusi hihna on puhdas ja että kuljettimen ympäristö ei ole likainen. Hihnan vaihdon yhteydessä kannattaa myös puhdistaa kaikki muutkin kuljettimet osat, poistaa pöly ja lika laakereista, säätää rummut ja telat niiden oikeille paikoille, asettaa säädöt minimiasentoon, tarkistaa telojen pinnoite, ja jos pinnoitteet ovat kuluneet, niin vaihtaa uudet pinnoitteet tilalle. Hihnan vaihdossa on varmistettava, ettei uusi hihna pääse vääntymään eikä rasvoittumaan. Käyttölaitteen huollossa on noudatettava käyttölaitteen valmistajan ohjeita.

5 SÄHKÖSUUNNITTELU

5.1 Sähköpiirustus

Tekniikan kehittyessä ja sähkötekniikan lisääntyessä on myös sähköpiirustusten tarve moninkertaistunut. Sähkökeskusten suurentuessa niiden tulkitseminen ja hallitseminen pelkän muisti- ja kokemustiedon perusteella on melkein mahdotonta tänä päivänä. Sähkökuvat ovat tärkeitä työkaluja, suunnittelijoille, asentajille sekä huoltomiehille. (Pere 1998, 1.)

Tietokoneavusteisen piirtämisen hyviä puolia ovat helppo muokattavuus, siisti työnjälki ja nopea työskentely. Koneellisesti piirretyt sähkökuvat ovat nykypäivänä yleistyneet juuri edellä mainittujen ominaisuuksien johdosta. Edistysaskel on merkittävä sen kustannustehokkuuden ansiosta, koska käsin piirrettäessä työn jälki on helposti suttuista ja kuvien korjaaminen työlästä.

Sähkökuvissa esitetään sähkölaitteet ja laitteistot piirrosmerkein. Kaikki sähkökuvien piirrosmerkit on standardoitu, jotta jokainen sähkökuvien suunnittelija piirtää yhdenmukaisia kuvia ja ne ovat ymmärrettävissä globaalisti. Piirrosmerkit muodostavat yhteisen merkkikielen, jotta piirustusten lukijalla olisi helpompi tulkita kuvaa. Sähköpiirustukset ovat luokiteltu eri muotoihin niiden käyttötarkoituksen, esitystavan tai lohkokaaavion mukaan. (Pere 1998, 1.)

5.2 Piirrosmerkit, viivat ja tekstit

Piirrosmerkeillä sähköpiirustuksissa kuvataan kojeita, laitteita ja johtimia. Piirrosmerkit eivät vastaa todellisia komponenttien kuvia, ja täten niiden piirtäminen on helpompaa. Piirrosmerkein kuvasta tulee selkeämpi ja helppolukuisempi. Eri-laisten toimilaitteiden ulkonäkö vaihtelee huomattavasti, vaikka niissä kaikissa on kuitenkin yhdenmukainen sähköinen toimintaperiaate (esim. erilaiset vastukset ja

kytkimet). Piirrosmerkeistä on pyritty tekemään mahdollisimman yksinkertaisia ja helposti ymmärrettäviä.

(Pere 1998, 5.)

Piirrosmerkkien tarkoitus on esittää erilaisia toimintoja, laitteita ja komponentteja tai niiden kummankin yhdistelmiä. Kaikki sähköpiirustusten piirrosmerkit on standardoitu sähköalalla ja näin ollen ne ovat samalla myös kansainvälisiä piirrosmerkkejä. (Pere 1998, 5.)

Sähköpiirustuksessa eripaksuisilla ja -rakenteisilla viivoilla on omat merkityksensä ja niillä lisätään piirustusten luettavuutta. Viivojen käytössä on tärkeää, että viivat on standardoitu, jotta kaikki sähköpiirustuksien suunnittelijat käyttävät samoja viivatyypppejä samalla tavalla. (Pere 1998, 2.)

Eri viivan paksuuksilla ja väreillä voidaan erotella sähköpiirustuksesta eri virtapiirit. Esim. 3-vaiheinen päävirtapiiri ja siitä lähtevät 1-vaiheinen virtapiiri, 3-vaiheinen päävirtapiiri tulee piirtää paksummalla viivalla ja vihreällä värillä ja 1-vaiheinen virtapiiri ohkaisemmalla viivalla ja sen väri on punainen. Poikkeuksellisesti mustavalkoisissa kuvissa viivojen paksuudet ovat merkityksellisiä. Viivan paksuudet on valittava niin, että ne erottuvat muista viivoista, että lukija ymmärtää, että siinä on kyseessä esim. sähkökeskuksen syöttö. (Pere 1998, 2.)

Katkoviivoituksella voidaan sähköpiirustuksessa merkata esimerkiksi kontaktorin koskettimien kuvat, jotka liittyvät olennaisesti sähköpiirustukseen. Tämä merkintä selventää piirustuksen lukijalle, mihin johtimet on kytketty. Samoin sähköpiirustuksissa, jossa on kuvattu moottorin kytkentäkuva, on merkattu katkoviivalla myös turvakytkin komponentin kuva. Sekään ei ole sähkökeskuksen sisällä vaan mahdollisimman lähellä moottoria.

(Pere 1998, 3.)

Teksteillä yleisesti sähköpiirustuksissa kuvataan lukijalle, mikä komponentti on kyseessä, ja merkataan sähkökeskuksen syöttöjohdot (vaihe-, nolla- ja maadoitusjohdot). Tekstillä voidaan viitata seuraavaan sivuun, jossa sama sähkökuva jatkuu.

PiirrosloMAKEESEEN voidaan myös merkata erilaisia tietoja tekstillä kuten kuka on suunnitellut kuvan, koska ja kenelle sähköpiirustus on tehty, lisäksi siihen on mahdollista merkata sivunumerot sekä sähkönumero. Tekstin tarkoitus on selventää ja helpottaa lukijaa ymmärtämään sähkökuvassa olevia komponentteja ja kuvassa kulkevia johtoja. (Pere 1998, 3 - 4.)

5.3 Piiri-, toiminta- ja yleiskaaviot

Piirikaavion tarkoitus on antaa sähköpiirustuksen lukijalle selkeä kuva jokaisen järjestelmän, osajärjestelmän asennuksen, laitteen yksityiskohdista ja toiminnasta. Piirikaavio on sähköpiirustuksen perusdokumentti. Piirikaavio toimii itsenäisenä sähkökuvana ja täydentää muita sähkökuvia (esim. kaapeliluetteloita ja liitenta-kaavioita). Piirikaaviot ovat tärkeä dokumentti huolto-, koestus- ja käyttötoimpiteissä. (Pere 1998, 3.)

Piirikaavio sisältää yleensä komponenttien piirrosmerkkejä, toimintojen esittämiä piirrosmerkkejä, eri komponenttien ja toimintojen liitoskohtia, piirrosmerkkien tunnusnumeroita, erilaisten liittimien tunnuksia sekä tietoja, jonka mukaan lukijan on helppo seurata piirikaavion kulkusuuntaa. (Pere 1998, 3.)

Toimintakaavion tarkoitus on selventää minkä tahansa järjestelmän, osajärjestelmän, ohjelmiston, laitteen tai asennuksen toiminnalliset yksityiskohdat. Tämän-tyyppinen kaavio on hyvä suunnitellessa järjestelmää tai osajärjestelmää, jossa halutaan selventää järjestelmän toiminnan perusteita, ja se sopii erinomaisesti mm. opetustarkoitukseen. Toimintakaaviota käytetään yleensä erilaisissa säätöjärjestelmän, relelogiikkajärjestelmän ja binäärilogiikkajärjestelmien esityksissä. Toimintakaavioissa on oltava siihen liittyvät toimintojen piirrosmerkit ja niihin tulevat signaalit sekä tärkeimmät ohjauspiirin liitännät. Toimintakaavioon ei tarvitse sisältyä todellisia tietoja, esimerkiksi tieto komponentin sijainnista, liitanta- ja yksikkötunnukset ja kokoonpanotiedot eivät ole pakollisia. (Pere 1998, 1.)

Yleiskaavio on kaikista näistä kolmesta yksinkertaisin ja esitetty yleensä yksiväiväistä esitystä käyttäen. Yleiskaaviota käytetään samoissa järjestelmissä kuin piiri- ja toimintakaaviotakin. Kaavion on osoitettava päätoimintojen ja komponenttien väliset olennaiset asiat. Tämän tyyppinen kaavio on hyvä apuväline koulutuksessa, perehdyttämisessä, käytössä sekä kunnossapidossa ja huollossa. Yleiskaavio on voi olla perustana myöhemmälle piirikaavion tai toimintakaavion suunnittelutyön laatimiselle. (Pere 1998, 2.)

5.4 Johdotuskaavio ja kaapelikaavio

Sähkökojeiden huoltoa ja valmistusta varten laaditaan johdotustaulukoita ja kaavioita. Kaaviot on jaettu kahteen eri pääryhmään: johdotuskaavioihin, johdotustaulukoihin ja – luetteloihin. (Pere 1998, 1.)

Johdotuskaavion tarkoitus on antaa lukijalle tietty informaatio kyseisten sähkökojeiden tai liittimien liitoskohdista, liittimistä, johtimista ja kaapeleista, jotka muodostavat kyseisessä kaaviossa liitoskohtia (Pere 1998, 1.).

Johdotuskaavioon yleensä sisältyy johdin- ja kaapelitiedot (esim. rakenne, koko, eristysvaipan väri, jännite, kaapelin tyyppimerkintä, johtimien lukumäärä), johtimien ja kaapelin numero, liitoskohtien ja liittimien erittely tai kuvaus, ohjeita ja menetelmiä siitä miten kaapelit sijoitetaan, reititetään, päätetään, kiinnitetään ja suojataan. Lisäksi kaapeleiden ja johtimien pituudet on myös ilmoitettu. Johdotuskaaviossa liitoskohtien ei tarvitse olla todellisissa paikoissa niin kuin ne ovat esim. sähkökeskuksessa. (Pere 1998, 1.)

Kaapelitaulukoiden tarkoitus on antaa lukijalle tarkat tiedot siitä, mitä kaikkia liitoksia asentajan täytyy tehdä kaapeleille ja johtimille. Valmiiksi tehdyssä sähköasennuksessa huoltohenkilökunta pystyy kaapelitaulukosta tarkistamaan, mikä kaapeli on kyseessä, mistä kaapeli lähtee, mihin kaapeli menee, ja tarvittaessa tarkistamaan kaapelin tunnuksen. (Pere 1998, 6.)

6 TYÖN TOTEUTUS

6.1 Sähkösuunnittelu

6.1.1 Sähkökuvien piirtäminen

Päättötyön käytännön osuutta alettiin työstää pitämällä työtilaajan eli Teijo Lahtisen kanssa alkupalaveri, jossa käsiteltiin kuljettimien lähtötilanne, toimintaperiaate ja työn tavoitteet. Käydyn alkukartoituksen perusteella alettiin luonnostella käsin sähkökeskuksen syöttöpuolen sähkökuvia sekä samanaikaisesti selvitettiin käytännön työn sähköasennukseen tarvittavat komponentit. Ensimmäisten sähkökuvaluonnosten valmistuttua pidettiin työtilaajan Teijo Lahtisen kanssa palaveri, jossa tarkasteltiin luonnoksia ja niiden oikeanmukaisuutta. Työtilaaja antoi luonnoksistani palautetta sekä käytiin keskustelu korjaustoimenpiteistä, joilla pystyttäisiin parantamaan sähkökuvien toimivuutta. Saadun palautteen perusteella käsin tehdyt luonnokset korjattiin. Korjattujen käsin piirrettyjen luonnosten pohjalta piirrettiin tietokoneavusteisesti varsinaiset kuljettimen sähkökuvat. Sähkökuvien suunnitteluun ja piirtämiseen käytettiin CADS Planner-sähkösuunnitteluohjelmistoa.

Sähkökuvien puhtaaksi piirtäminen aloitettiin syöttöpuolen sähkökuvista, minkä jälkeen siirryttiin moottorikytkennän piirikaavion piirtämiseen. Taajuusmuuttaja liitântätietojen puuttuessa moottorikytkentä piirikaaviota ei voitu tässä vaiheessa piirtää valmiiksi asti. Tilattujen taajuusmuuttajien saapuessa myöhemmin saatiin myös puuttuvat tekniset tiedot, joiden avulla täydennettiin keskeneräiset moottorikytkennän piirikaaviot. Ohjauspuolen piirikaavio piirrettiin seuraavaksi. Sähkökuvien piirustustyö ei ollut yhtäjaksoista, koska robottisolun kuljetinjärjestelmän sähköistys oli vain yksi osa suurempaa projektikokonaisuutta. Projektiin osallistui useita ryhmiä, joiden mielipiteet vaikuttivat sähkökuvien piirtämiseen. Muun muassa turvalogiikan tulot ja lähdöt olivat seikkoja, jotka tuli varmistaa logiikkaosuudesta vastaavalta ryhmältä, ja täten vaikuttivat sähkökuvien toteutukseen.

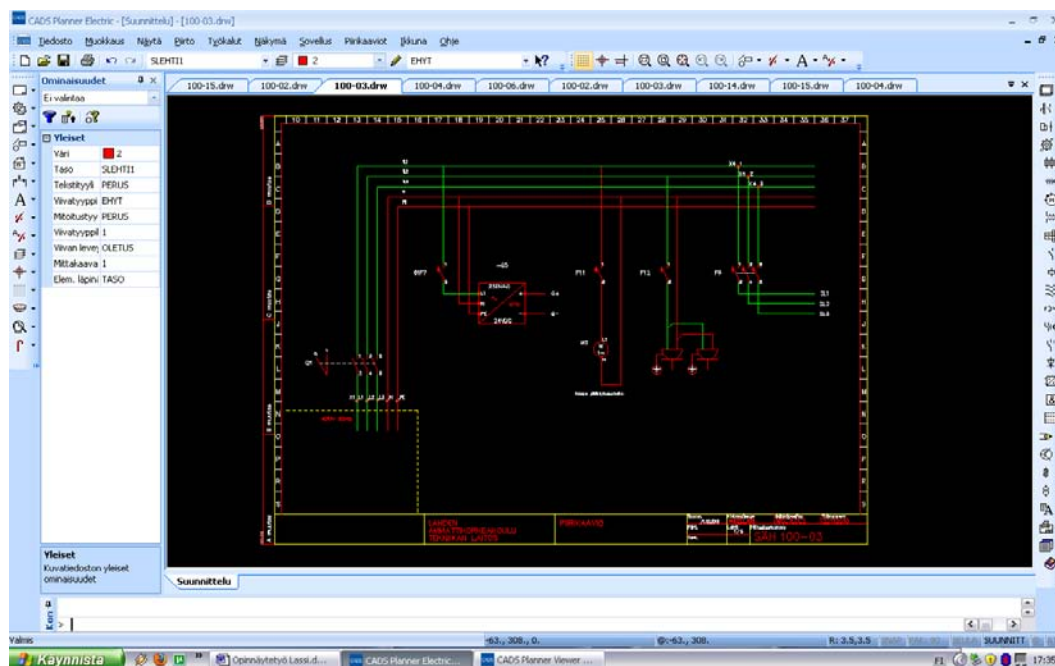
6.1.2 Sähkökuvat – CADS Planner

Lahden ammattikorkeakoululla on käytössä KymDatan CADS Planner-ohjelmisto, jolla pääasiallisesti piirrettiin tämän päättötyön sähkökuvat. Kyseisestä ohjelmistosta on olemassa opiskelija versio, jota hyödynnettiin kotikäytössä. Kotikäytössä ollut ohjelmisto nopeutti sekä helpotti sähkökuvien piirtämistä eikä velvoittanut välttämätöntä läsnäoloa koululla.

Kyseinen ohjelmisto kattaa sähkö- ja automaatio suunnittelun kaikki eri osa-alueet: automaatio-, teollisuussähkö-, rakennussähkö- ja keskuslayoutsuunnittelun. Tämän päättötyön tekemisessä on käytetty kyseisen ohjelmiston teollisuussähkö- ja automaatio sovellusta. Keskuksen layoutpiirustuksissa on myös käytetty CADS-ohjelmistoa. Sovelluksella on mahdollista tehdä myös johdotustaulukot ja -luettelot.

Sovelluksesta CADS Planner löytyy yleisimmät ja tarvittavat piirrosmerkit, joita sähkökuvia piirtämisessä tarvitsee. Ohjelmistossa on myös mahdollista piirtää ja lisätä itse omia piirrosmerkkejä.

Kuviossa 5 on CADS-ohjelmalla piirretty pääkaavio



KUVIO 5. Pääkaavio

Oppilaitoksella olevasta ohjelmistosta löytyy perusmerkistö, joka tulee ohjelmisto-sovelluksen mukana. Ohjelmistoon on mahdollista luoda myös erikoismerkkejä, mutta niitä ei tämän päättötyön sähkökuvien piirtämisessä tarvittu. Ohjelmiston hallinta harjaantuneelle käyttäjälle on helppoa, mutta pitkän tauon jälkeen se vaatii hieman totuttelua. Sovelluksen viivatyypit, tasot sekä niiden paksuudet ja värit ovat vapaasti valittavissa.

6.2 Komponenttien suunnittelu ja asennus sähkökeskukseen

6.2.1 Komponenttien suunnittelu sähkökeskukseen

Ennen tilattujen komponenttien saapumista, komponenttien sijoittelu hahmoteltiin sekä suunniteltiin alustavasti olemassa oleviin sähkökeskuksiin. Keskuksia on kaksi kappaletta: toinen pulpettimallinen ja toinen jalustalla seisova. Pulpettimal-

linen keskus on sijoitettu toisen robottiyksikön viereen ja on täten järkevästi sijoitettu, koska kuljettimen sähköistys vaatii tietyn määrän tyhjää tilaa. Seisova keskus on sijoitettu kahden muun robottiyksikön väliin. Keskuksessa oli jätetty kaksi kohtalaisen kokoista tyhjää kohtaa sähköistuksen komponentteja varten. Tyhjät alueet olivat kumpikin erikokoisia. Keskuksissa olevat tyhjät alueet oli jätetty tätä päättötyötä varten, ja niihin oli tarkoitus sijoitella komponentit, johdinkourut sekä johtimet.

Suunnittelu aloitettiin mittaamalla keskuksien tyhjät alueet, ja näistä lähtökohdista hahmoteltiin komponenttien järkevä sijoittelu kumpaankin keskukseen. Sähköistystä varten tilattujen komponenttien puuttuessa komponenttien koko määriteltiin oppilaitoksella olemassa olevien komponenttien mukaan. Näiden mittojen mukaisesti suunniteltiin manuaalisesti alustava kuva komponenttien sijoittelusta. Komponenttien sijoittelun suunnittelusta oli vapaus toteuttaa oma näkemys. Taajuusmuuttajien sijoittelusta käytiin keskustelu projektiin osallistuneen logiikkaryhmän kanssa, koska mielipiteet sijoittelun suhteet eivät olleet yhtenevät. Asiasta keskusteltiin yhdessä myös työn tilaajan kanssa ja yhteisymmärryksessä taajuusmuuttajien lopulliset paikat päätettiin. Käsien piirrettyjen komponenttien sijoittelukuvien ollessa valmiina työtilaaja arvioi ja tarkisti kuvat sekä antoi parannusehdotuksensa kuvista. Käsien piirrettyjen luonnosten perusteella kuvat piirrettiin puhtaaksi CADS-ohjelmistoa käyttäen.

6.2.2 Komponenttien asennus sähkökeskukseen

Tilaamieni komponenttien saavuttua koululle komponenttien asennus pystyttiin aloittamaan kumpaankin olemassa olevaan keskukseen. CADS-ohjelmalla piirrettyyn suunnitelmaan oli merkattu Din-kiskojen mitat sekä niiden paikat ja johtokourut. Suunnitelman perusteella mitattiin ja kohdistettiin Din-kiskoja ja johtokourujen oikeat paikat ja tämän perusteella ne kiinnitettiin poraruuveilla keskukseen.

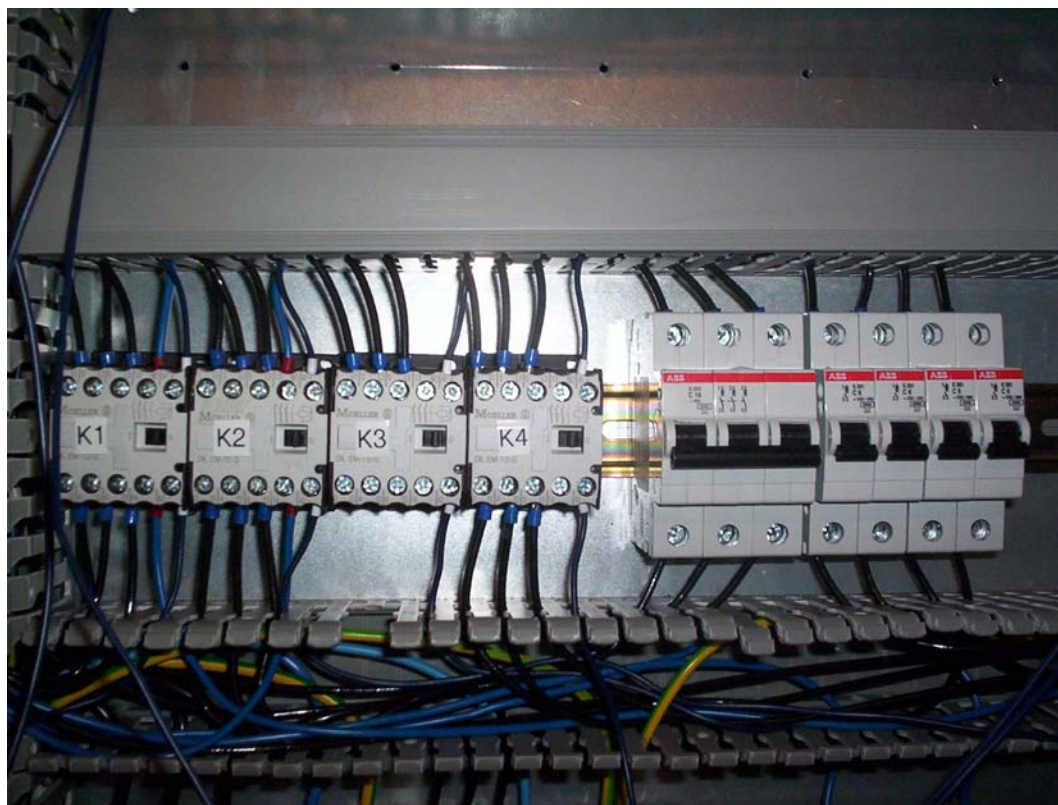
Kuljetinjärjestelmän moottoreilta puuttuivat kokonaan niille tulevat johdot ja johtokourut, joten johtokourujen asennus aloitettiin kiinnittämällä ne kuljettimien kylkiin kiinni. Kuljettimet oli kasattu alumiiniprofiiliin kiinni, joten tätä hyödynnettiin kiinnittämällä johtokourut alumiiniprofiiliin kulmakiinnikkeillä. Kulmakiinnikkeet oli myös tilattu päättötyön käytännön sähköistyötä varten. Kourujen ollessa asennettu jokaiselle kuljettimen moottorille aloitettiin moottorikaapelin veto moottoreilta suuremmalle sähkökeskukselle sekä samalla asennettiin turvakytkimet moottoreiden läheisyyteen. Turvakytkimen asennuksessa jouduttiin myös valmistamaan metallilevyistä erilliset kiinnikkeet tekemään kiinnikkeet, jotka sopivat alumiiniprofiiliin ja turvakytkimessä oleviin asennusreikiin. Kuviossa 6 näkyy turvakytkin paikoilleen asennettuna



KUVIO 6. Moottorin turvakytkin

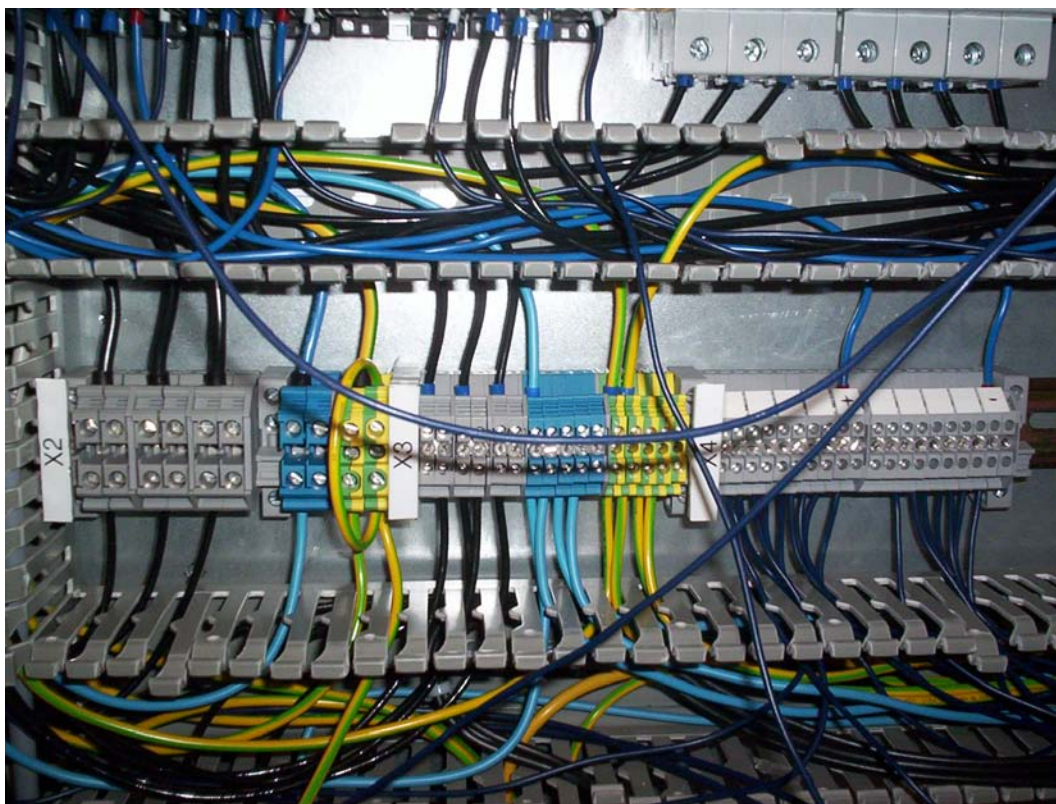
Moottorikaapeleiden asennuksen jälkeen sähkökeskuksella, aloitettiin suuremman sähkökeskuksen komponenttien asennus.

Asennustyö aloitettiin taajuusmuuttajien kiinnittämisellä. Niiden kiinnittämisessä ei tarvinnut käyttää Din-kiskoa, vaan ne kiinnitettiin suoraan poraruuveilla keskuksen pohjalevyyn. Suurempaan tyhjään kohtaan seisovassa sähkökeskuksessa sijoitettiin taajuusmuuttajat ja niille tarkoitetut johtokourut. Taajuusmuuttajat vievät paljon tilaa sähkökeskuksesta ja ne on yleisesti järkevä sijoittaa hieman erilleen muista komponenteista häiriöiden välttämiseksi. Seisovassa sähkökeskuksessa pienempään tyhjänä olevaan kohtaan kiinnitettiin Din-kiskot ja johtokourut niille merkityille paikoille. Tämän jälkeen ryhdyttiin sijoittelemaan kontaktorit, automaattisulakkeet ja riviliittimet asennettuun Din-kiskoon. Kuvioista 7 nähdään suurempaan sähkökeskukseen asennettuja sulakkeita ja kontaktoreja.



KUVIO 7. Kontaktorit ja sulakkeet asennettuina omille paikoilleen

Komponenttien paikoilleen asennuksen jälkeen aloitettiin johdotus sähkökeskukselle. Johdottaminen aloitettiin sähkösyötöstä, johon käytettiin 6 mm:n monisäikeistä mustaa johtoa. Kuvioissa 8 nähdään käytettyjä johdinpaksuuksia.



KUVIO 8. Keskeneräinen asennus

Sähkösyöttöpuolella käytettiin 6 mm:n johdin, taajuusmuuttajien ohjauspuolen kytkennöissä 0,75 mm:n johdinta sekä muutoin käytettiin johdotuksessa 1,5 mm:n johdinta. Vietäessä johtoa kojeelle ja riviliittimelle käytettiin aina johdinholkkeja, koska ne parantavat liitoskohtaa ja koska käytetyt johtimet olivat monisäikeisiä. Näin toimittaessa johtimen päät pysyivät siisteinä. Johdotustyö jatkui piirrettyjen sähkökuvien mukaisesti. Johdotustyö oli nopeaa ja sujuvaa, hyvien suunnitelmien ansiosta.

Johdotustyön seuraava vaihe oli suuremman keskuksen osalta taajuusmuuttajien johdottaminen, jotka oli aikaisemmin asennettu keskukseen omille paikoilleen. Kaapeleiden ja johtimien kytkennässä käytettiin taajuusmuuttajan mukana tullutta manuaalia joka osaltaan nopeutti ja helpotti kytkemistyötä. Minulla oli käytössäni taajuusmuuttajan manuaali, jonka mukaan kytkin kaapeleita ja johtimia paikoil-

leen. Kuviossa 9 on neljän moottorin taajuusmuuttajat asennettuina sähkökeskukseen.



KUVIO 9. Taajuusmuuttajien valmiit johdotukset

Projektiin osallistuneiden ryhmien kanssa käytiin keskustelua kuljettimen toimintaperiaatteesta, liikesuunnasta ja halutusta funktiosta. Keskustelun johtopäätösten perusteella päätettiin logiikalle menevät johdotukset. Keskustelun myötä selvisi alkuun epäselvinä olleet taajuusmuuttajan lähtöjen ja tulojen ohjaustiedot. Taajuusmuuttajien ohjauksien johtimina käytettiin 0,75 neliön monisäikeistä johdinta, joka oli tummansinistä. Taajuusmuuttajien johdotuksen valmistuttua, siirryttiin pienempään pulpettimalliseen keskukseen ja sen johdotustöihin.

Pulpettimalliseen sähkökeskukseen oli tarkoitus asentaa yksi taajuusmuuttaja ja sille toimintaan tarvittavat komponentit. Asennustyö aloitettiin Din-kiskojen ja johtokourujen asentamisella, näitä ensimmäisiä työvaiheita oli noudatettu aikai-

semmassa sähkökeskuksessa ja sen asennustöissä. Kiskojen ja johtokourujen ollessa paikoillaan asennettuina, asennettiin viimeinen taajuusmuuttaja suunnitellulle paikalleen. Tämän jälkeen aloitettiin komponenttien asettelu Din-kiskoille. Sulakkeiden, kontaktorien sekä riviliittimien paikoilleen asetteluiden ollessa valmiina, jatkettiin asennustyötä johdottamalla komponentteja riviliittimille ja komponenteilta toisilleen. Komponenttien johdotuksen ollessa valmiina, aloitettiin taajuusmuuttajan sujuva johdotus. Sujuvuuden johdotustyöhön toi kokemus neljän aikaisemman taajuusmuuttajan samanlaisesta johdotustyöstä.

Sähkökeskusten johdotustyön valmistuttua kuljettimien moottoreille piti vielä tehdä pienimuotoinen huoltotoimenpide. Huoltotoimenpiteen tarkoituksena oli tehdä kuljettimien moottoreista hieman hiljaisempia. Huoltotoimenpiteessä käytetty nestemäinen voiteluaine oli peräisin koulun konelaboratoriosta. Nestemäistä voiteluainetta suihkutettiin kuljettimien ja moottoreiden akseleihin; tämä toimenpide vähensi kuljettimien ja moottoreiden käyntiääniä. Kaikista parhaimpaan lopputulokseen olisi päästy, jos olisi käytetty uusia kuljettimia sekä moottoreita.

Lopuksi kytkennät tarkastettiin kummassakin sähkökeskuksessa piirustuksia lukiin. Prosessin viimeinen toimenpide oli kuljettimen käyttöönotto yhdessä työntilaajan Teijo Lahtisen kanssa. Käyttöönotto tilanteessa kokeiltiin Teijo Lahtisen kanssa yksitellen kaikki taajuusmuuttajat. Työntilaajalla oli mukanaan kannettava tietokone, jossa oli taajuusmuuttajille tarkoitettu ohjausohjelma, johon syötettiin taajuusmuuttajien yleisimmät toiminta-arvot ja tätä apuna käyttäen testasimme kuljettimien toiminnan. Tämä toimenpide toistettiin joka taajuusmuuttajan ja siihen liittyvän kuljettimen kohdalla.

7 YHTEENVETO

7.1 Opinnäytetyön lähtökohta

Syksyllä 2010 opinnäytetyön tilaajani Teijo Lahtinen piti joka vuoden projektin aloituspalaverin, jossa ehdotti minulle opinnäytetyöksi tätä robottisolun kuljetinjärjestelmän sähköistystä, josta olin kiinnostunut. Otin vastaan kyseisen työn, koska pohjakoulutukseni ja aikaisempi työkokemukseni tukevat aihetta.

Lähtökohtana työlle oli suunnitella ja rakentaa robottisolun kuljetinjärjestelmälle sähköistys. Työhöni kuului sähkökuvien suunnittelu ja piirtäminen, tarvittavien sähkökomponenttien tarvekartoitus ja tilaaminen sekä komponenttien asennus olemassa oleviin sähkökeskuksiin. Tämän lisäksi työhön kuului hihnakuljettimien suppea ja pienimuotoinen huoltotoimenpide. Suurin työnosuus oli komponenttien asennuksessa ja johdottamisessa, työtunneissa asennustyöhön kului noin 40 tuntia, koska työtä ei voinut tehdä keskeytyksettä.

7.2 Opinnäytetyön eri työvaiheet

Sähkökuvien suunnittelu ja piirtäminen oli ensimmäinen työvaiheeni. Alussa oli pieniä ongelmia sähköjen suunnittelussa, mutta apunani olivat Teijo Lahtinen sekä Markus Halme, jotka neuvoivat minut alkuun. Aloittaessani kuvien piirtämistä minulla ei ollut mitään vanhoja sähkökuvia, joista olisin voinut katsoa mallia, kuinka kuljettimet ovat joskus olleet kytkettynä sähköverkkoon, eli aloitin piirtämisen alusta. Sähkökuvien piirtäminen tapahtui miltei itsenäisesti. Aina kun olin saanut vähän suunniteltua ja piirrettyä kuvia eteenpäin, niin kävin työni tilaajan kanssa neuvottelemassa, kävisikö piirtämäni kuvat myös hänelle. Jos ilmeni erimielisyyksiä ja paranneltavaa, niin korjailin kuvat ja kävin taas neuvottelemassa tekemistäni kuvista. Käytössäni oli koululla oleva Kyndata CADs Planner-ohjelmisto, jolla sain piirrettyä kuvia. Tämän saman ohjelman sain kotikoneelle-

kin, mikä helpotti työtäni paljon, kun ei tarvinnut olla niin paljon koululla piirtämässä ja pystyin viikonloppuisin tekemään kuvia kotona.

Sähkökuvien edetessä minun oli tarkoitus miettiä samanaikaisesti, mitä kaikkia komponentteja tarvitsisin kuljetinjärjestelmän sähköistykseen. Sähkökuvien ollessa melkein valmiita aloin tehdä komponenttien ja johtimien tarvekartoitusta. Tein listauksen työntilaaajalle tarvitsemistani materiaaleista. Työntilaaja Teijo Lahtinen hoiti materiaalitulaukset tekemäni listan mukaisesti. Melkein kaikki tilaamani komponentit saapuivat lyhyellä toimitusajalla. Kaikki muut komponentit ja johtimet sain yhdestä ja samasta paikasta, paitsi tilaamani taajuusmuuttajat jouduttiin tilaamaan eri toimittajalta. Osa komponenteista ja tarvittavista materiaaleista löytyi koululta, mikä helpotti työn aloittamista.

Kaikkien komponenttien ja johtimien saapuessa koululle pääsin aloittamaan komponenttien asennuksen keskukseen ja johtojen vetämisen moottoreille sekä komponenteille. Moottoreilta puuttuivat kokonaan johtokourut ja kaapelit, jotka asensin ensimmäisenä. Ennen kuin vedin moottorikaapelin sähkökeskukselle, asensin turvakytkimen moottorin välittömään läheisyyteen. Sen jälkeen pääsin aloittamaan sähkökeskuksen kalustusta ja johdotusta. Kiinnitin Din-kiskot sekä johtokourut suunnittelemiini paikkoihin. Piirtämiäni sähkökuvien perusteella johdotin asentamani komponentit.

Sähkökeskuksien kalustamisen ja johdotuksen jälkeen tarkistin huolellisesti tekemiäni kytkennät piirtämiäni sähkökuvia apuna käyttäen. Läpi käytyäni kaikki tehdyt kytkennät, minulla oli vielä moottoreille tehtävä pienimuotoinen huoltotoimenpide, joka oli seuraavana työn alla. Moottoreille tehdyn voitelun jälkeen kävin hakemassa työntilaajan Teijo Lahtisen paikalla testitoimenpiteeseen, jossa koelimme kuljettimien toimivuutta.

7.3 Tietotaidon kehitys ja työn onnistuminen

Sähkökuvien piirtämisessä tuli paljon lisää kokemusta ja varmuutta omaan osaamiseen. Suunnittelu ja piirtäminen oli hyvin itsenäistä työtä, josta kyllä oppikin paljon. Kymdata CADS Planner-ohjelmisto tuli tutuksi työn edetessä.

Työhön käytettyjen komponenttien hinnoista sekä ominaisuuksista sain uutta tietoa ja lisää kokemusta. Taajuusmuuttajan kytkeminen ja käsittely antoivat lisää kokemusta ja koen niiden käytön jatkossa helpommaksi.

Sähkökuvien piirtäminen ja komponenttien asentaminen antoivat uudenlaista kokemusta, josta on varmasti hyötyä työelämässäkin.

Omasta ja työntilaajan Teijo Lahtisen mielestä työni onnistui hyvin, koska tavoitteisiin päästiin ja rakentamani järjestelmä toimi moitteettomasti. Rakentamani järjestelmä oli osa isompaa projektia, joka myöhemmässä vaiheessa tulee mahdollisesti opetuskäyttöön. Olen ylpeä, että sain tehdä päättötyökseni merkityksellisen osan tulevien insinöörin mahdollisesta opetusmateriaalista.

LÄHTEET

Pere, A. 1998. Sähköpiirustus. 5. painos. Espoo: Kirpe Oy.

Pere, A., Kivimäki, J. 1998. 1. painos. Espoo: Kirpe Oy

Klocner Moellerin. 2011 Kontaktorit [21.07.2011]

Saatavissa:

http://www.moeller.net/en/products_solutions/motor_applications/switch_protect/mini_contactor_relays/index.jsp

ABB. 2011 Johdonsuojakatkaisin [21.07.2011]

Saatavissa:

[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/f659af9adb1c00dac124705100496194/\\$file/SCDC021501F0003.jpg](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/f659af9adb1c00dac124705100496194/$file/SCDC021501F0003.jpg)

Katko. 2011 Turvakytkin [21.07.2011]

Saatavissa: <http://katko.fi/suomi/index.html>

Phoenix Contact. 2011 Riviliitin [21.07.2011]

Saatavissa: <http://www.phoenixcontact.fi/riviliittimet/index.htm>

Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry. 1997. 1 painos. Tampere: Tammer-Paino Oy

Ahoranta, J. 1999. Sähköasennustekniikka. Porvoo: WSOY.

Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2005. 1 painos. Helsinki: Painokurki Oy

Lahtinen, T. 2011. Sähkömoottorit [21.07.2011]

Saatavissa:

<http://reppu.lamk.fi/file.php/2642/Sahkomoottorikaytot/Sahkomoottorit2009.pdf>

Halme, M. 2011. Rivitiilin [21.07.2011]

Saatavissa: <http://reppu.lamk.fi/file.php/2642/Tuotekortit/RIVILIITIN.pdf>

Halme, M. 2011. Merkkilamppu [21.07.2011]

Saatavissa: <http://reppu.lamk.fi/file.php/2642/Tuotekortit/MERKKILAMPPU.pdf>

Halme, M. 2011. Turvakytkin [21.07.2011]

Saatavissa:

<http://reppu.lamk.fi/file.php/2642/Tuotekortit/TURVAKYTKIN.pdf>

Lahtinen, T. 2011. Moottorikäyttöjen perusteet [21.07.2011]

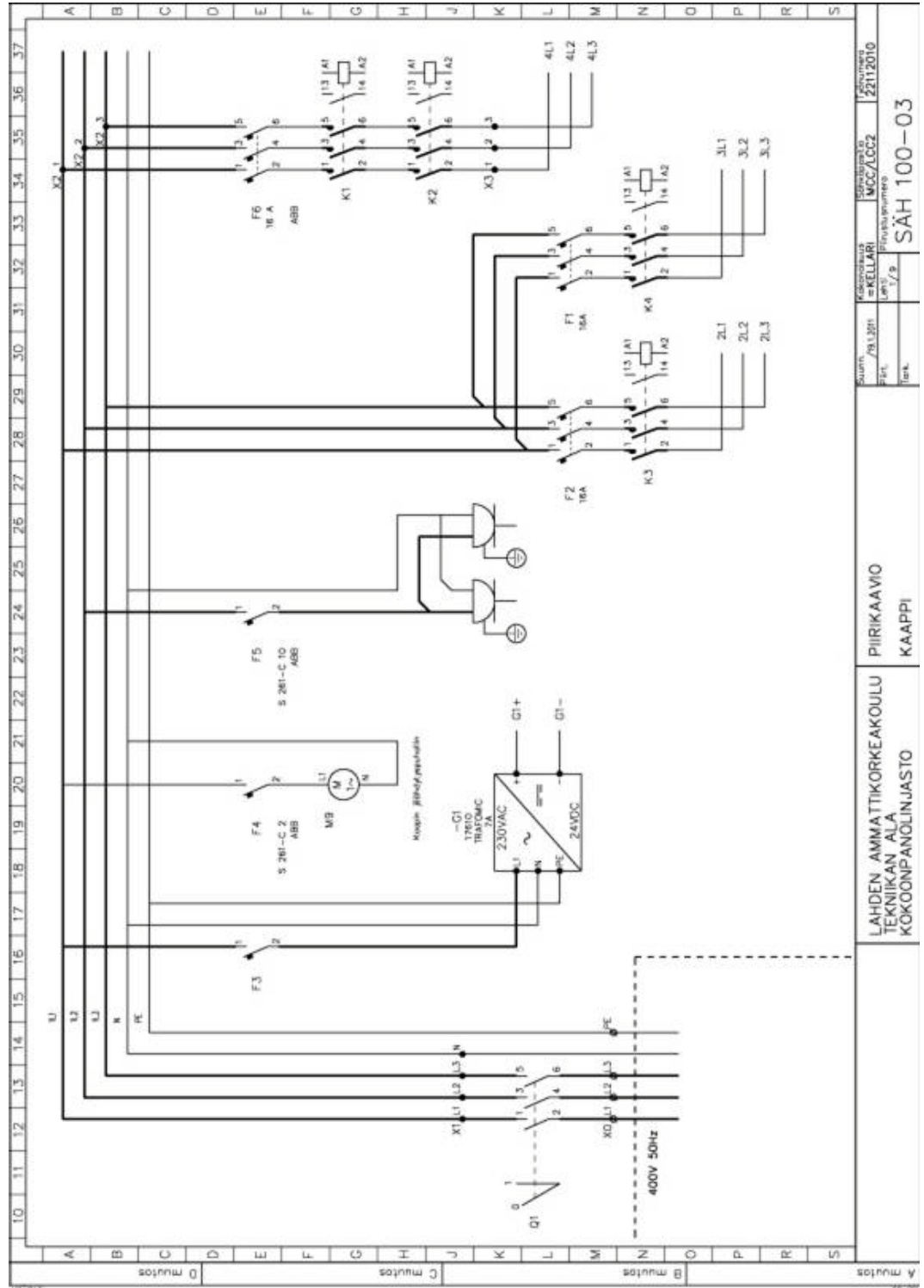
Saatavissa:

[http://reppu.lamk.fi/file.php/2642/Sahkomoottorikaytot/Moottorikaettojenperustee
t2006.pdf](http://reppu.lamk.fi/file.php/2642/Sahkomoottorikaytot/Moottorikaettojenperustee
t2006.pdf)

LIITTEET

LIITE 1	Kuljetinjärjestelmän päävirtapiirikaavio
LIITE 2	Taajuusmuuttajan U3.3 liitännät
LIITE 3	Taajuusmuuttajan U2.3 liitännät
LIITE 4	Taajuusmuuttajan U4.1 liitännät
LIITE 5	Taajuusmuuttajan U4.2 liitännät
LIITE 6	Taajuusmuuttajan U4.1 ja U2.3 ohjaustietojen liitännät logiikan lähtöihin
LIITE 7	Taajuusmuuttajan U4.2 ja U2.3 ohjaustietojen liitännät logiikan lähtöihin
LIITE 8	Taajuusmuuttajan U4.2 ohjaustietojen liitännät logiikan lähtöihin
LIITE 9	Taajuusmuuttajan U3.3 ohjaustietojen liitännät logiikan lähtöihin
LIITE 10	Isokeskus layout

LIITE 1. Kuljetinjärjestelmän päävirtapiirikaavio



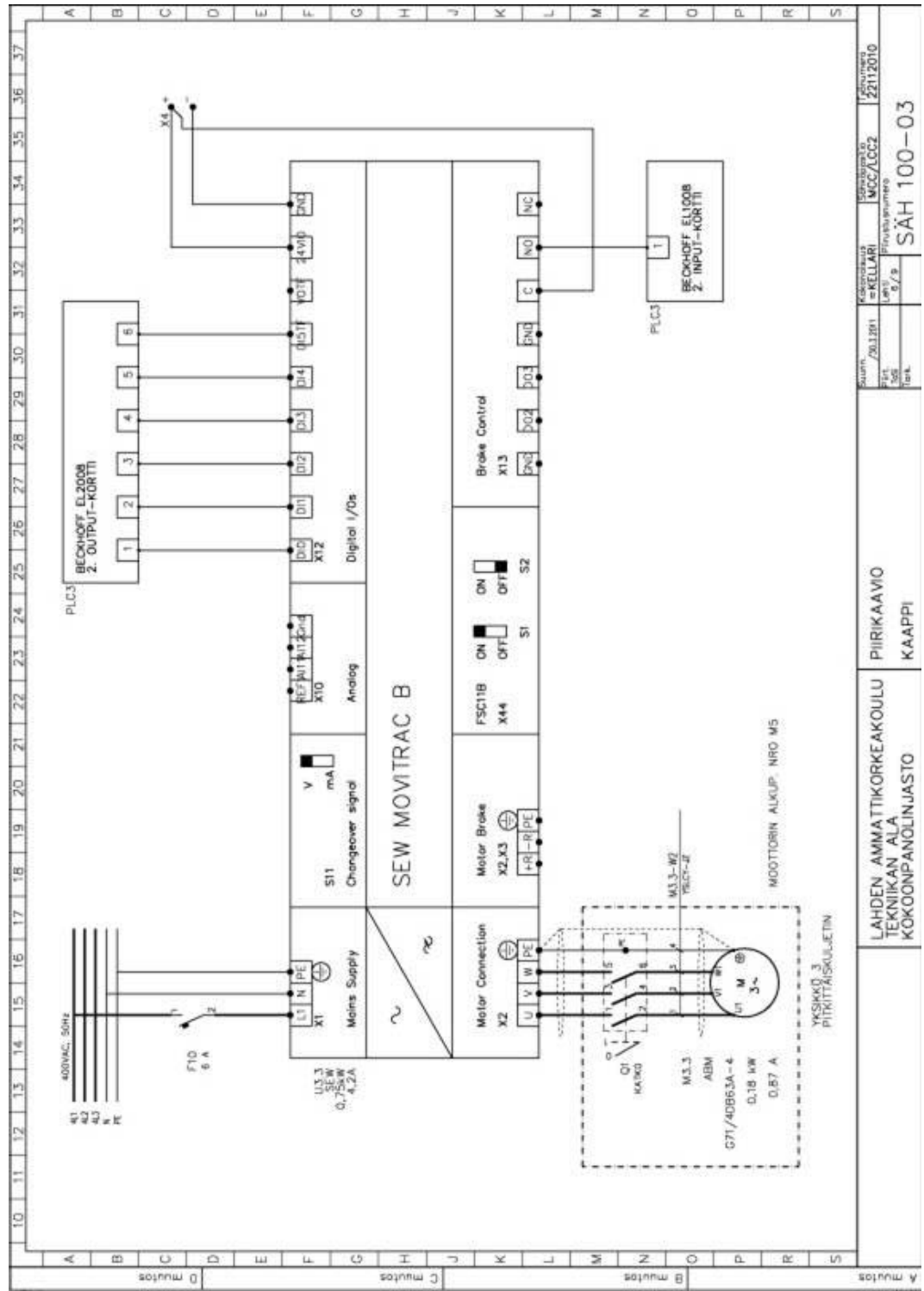
Summa	79,1205	Kokonaismäärä	1	Kokonaishinta	22112010
Yht.		Yht.		Yht.	
Ver.		Ver.		Ver.	
Netto		Netto		Netto	

SÄH 100-03

PIIRIKAAVIO
KAAPII

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
TEKNIKAN ALA
KOKOONPANOLINJASTO

LIITE 2. Taajuusmuuttajan U3.3 liitännät



Summa / 20.1.2011
 Pääsuojat / KELLARI
 Lait / Elinkaasuojat
 Sd / 0/0
 Tot /

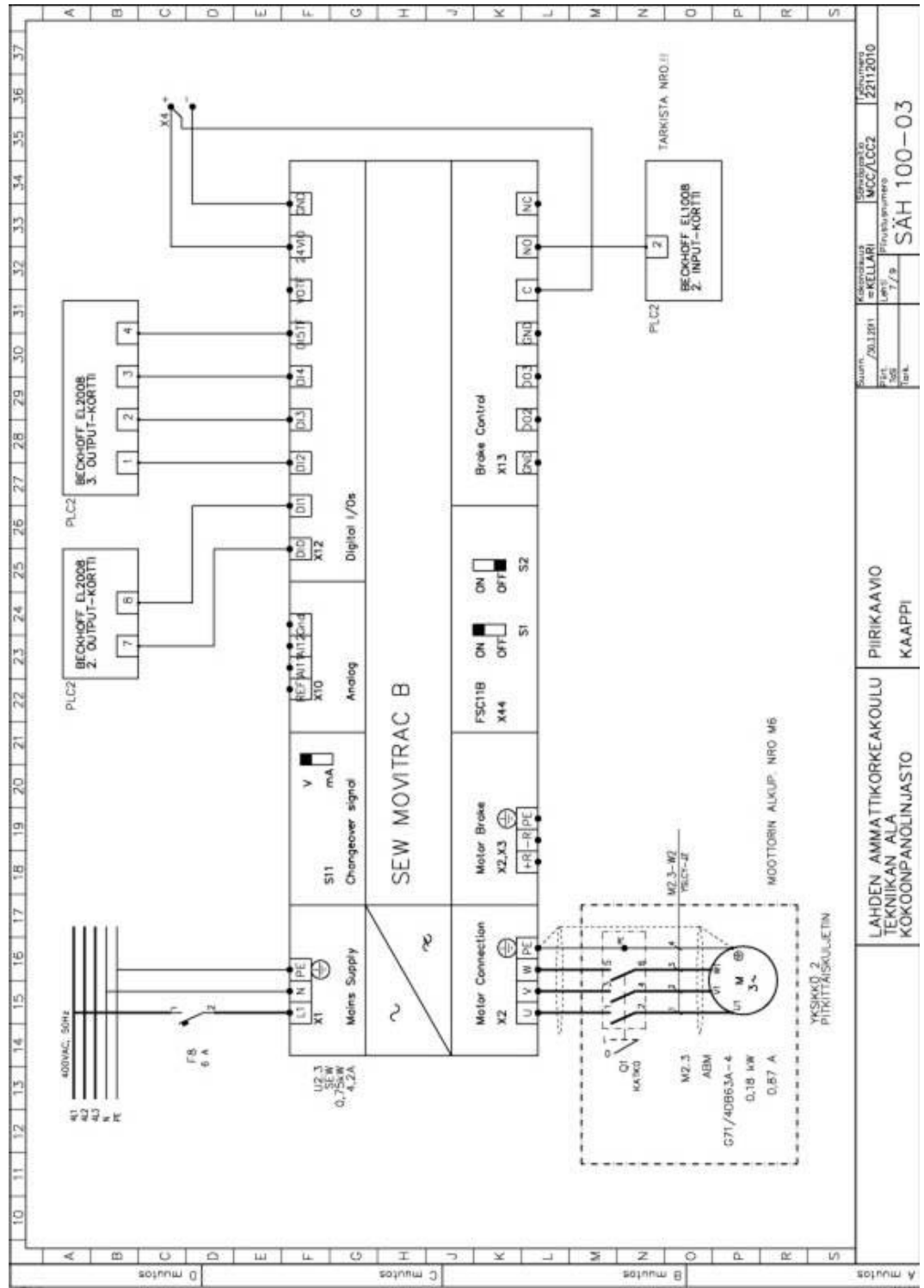
PIIRIKAAVIO
 KAAPPI

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
 TEKNIKAN ALA
 KOKOONPANOLINJASTO

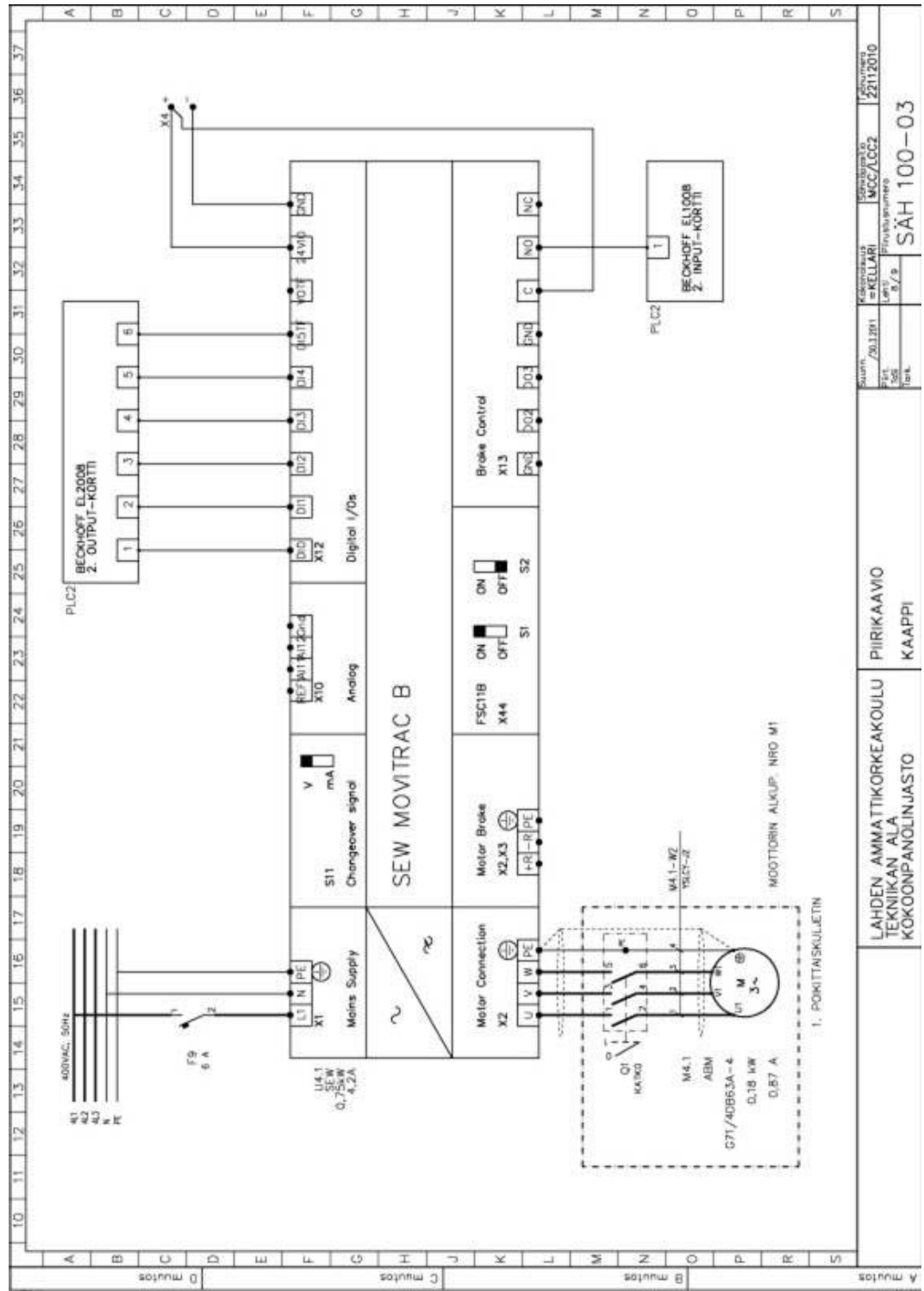
YKSIKKÖ 3
 PIIRITTAISKUJETIN

SÄH 100-03

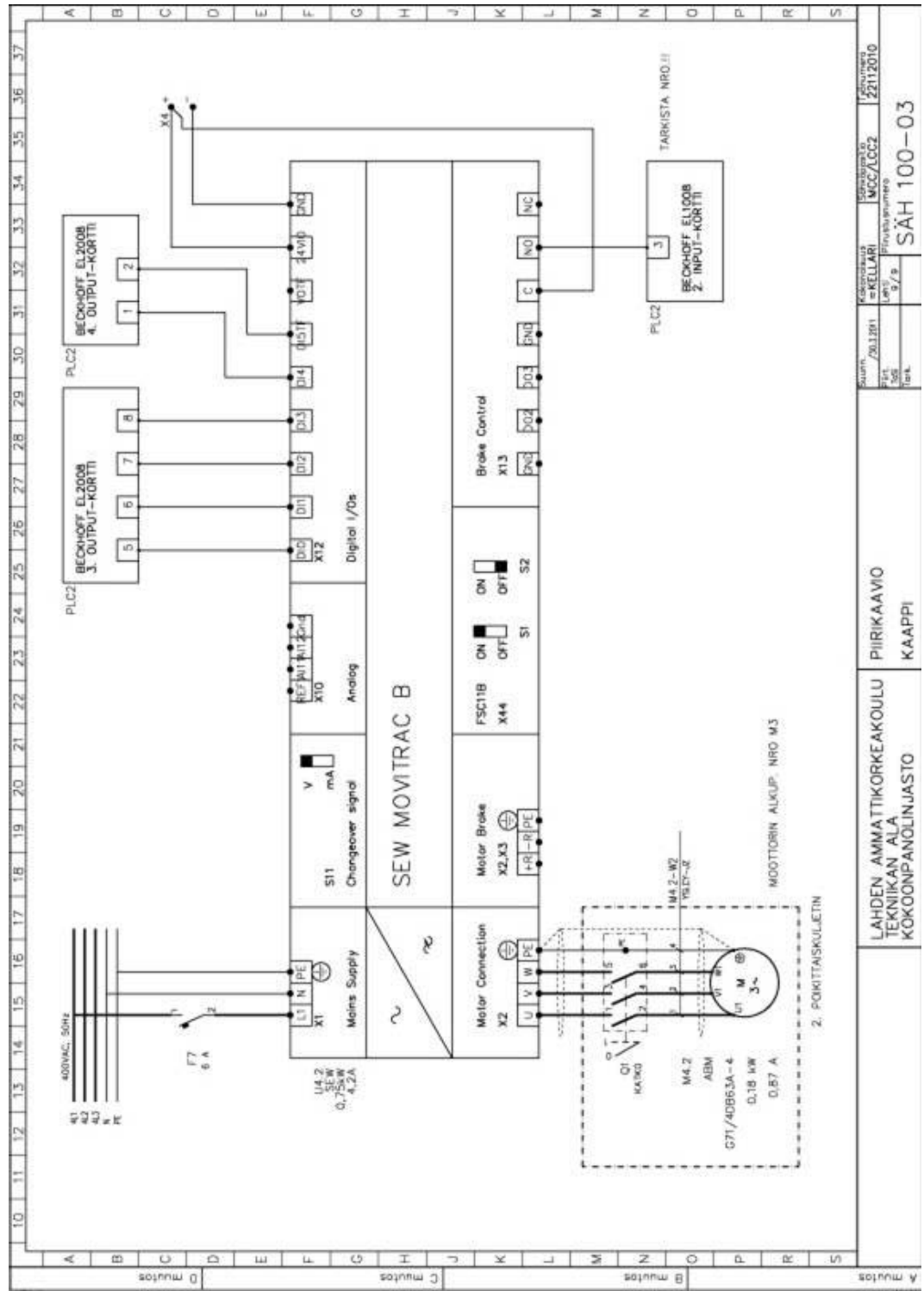
LIITE 3. Taajuusmuuttajan U2.3 liitännät



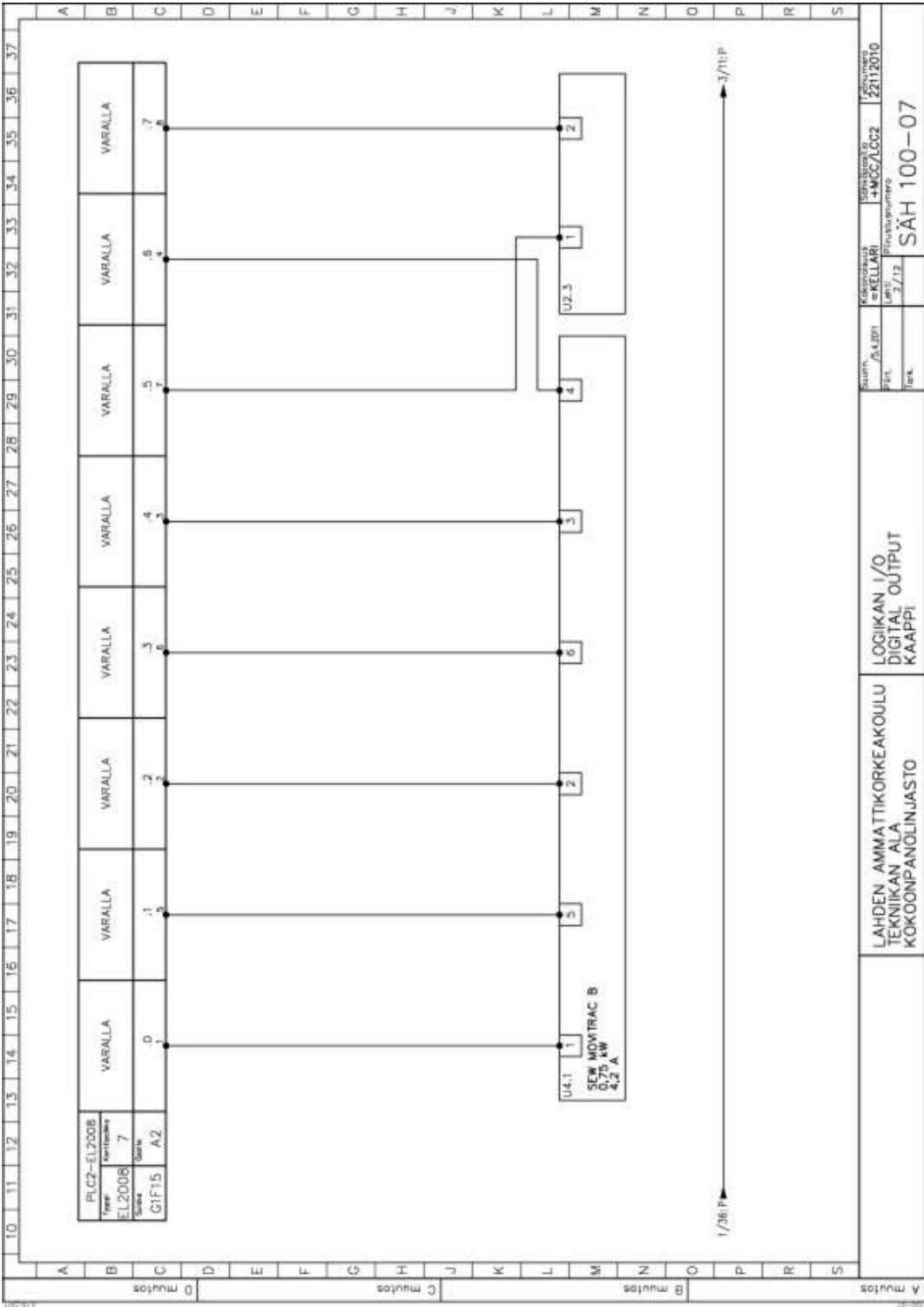
LIITE 4. Taajuusmuuttajan U4.1 liitännät



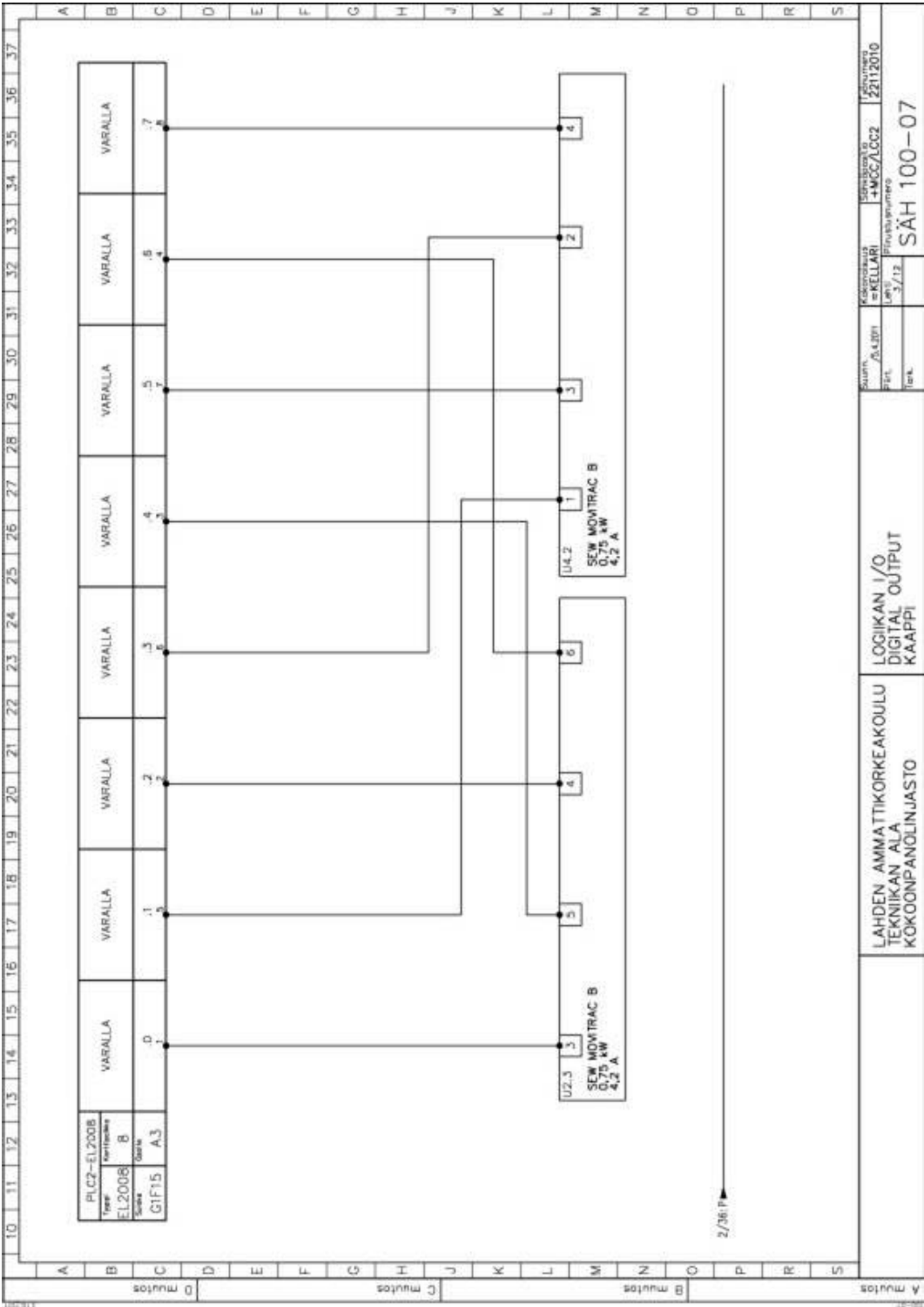
LIITE 5. Taajuusmuuttajan U4.2 liitännät



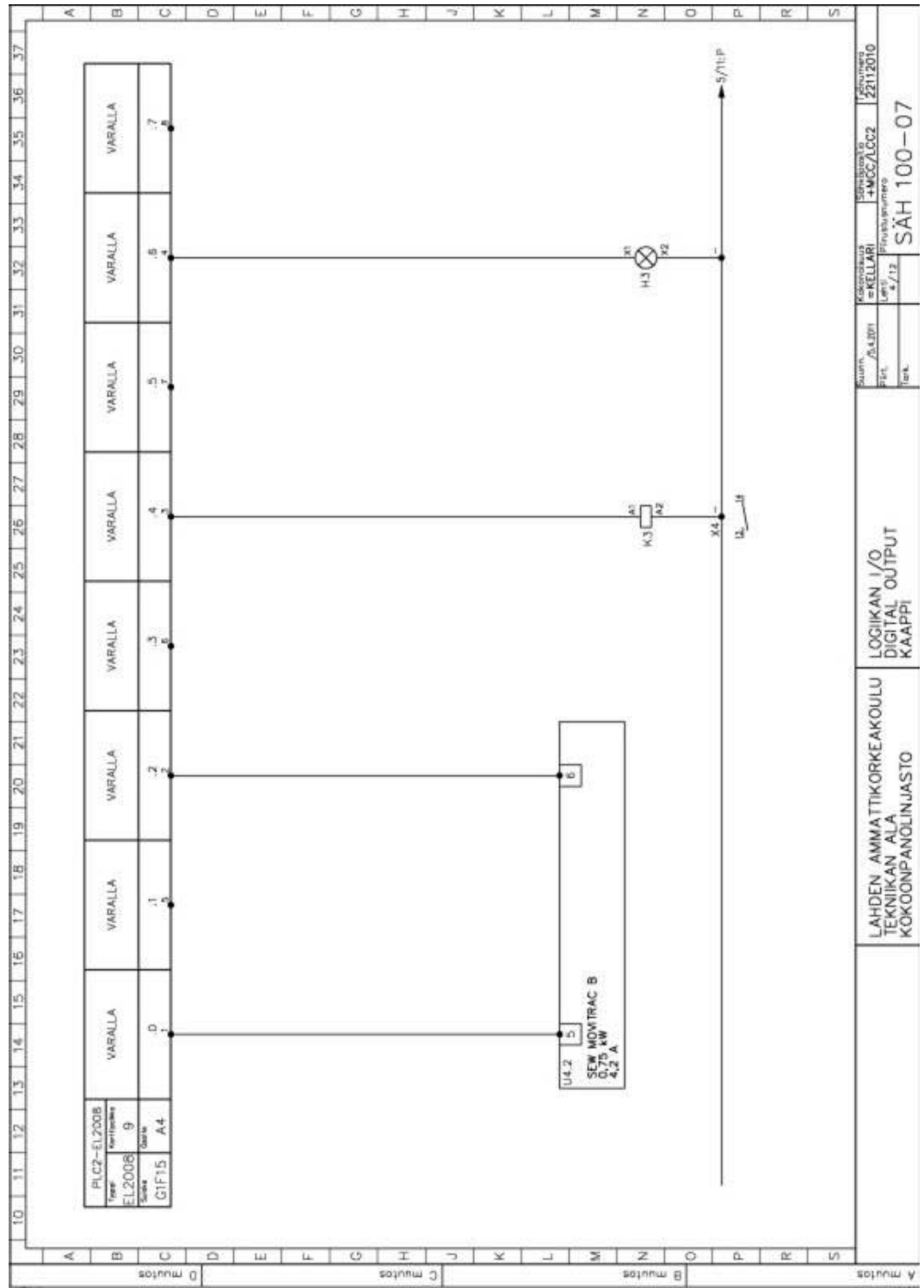
LIITE 6. Taajuusmuuttajan U4.1 ja U2.3 ohjaustietojen liitännät logiikan läh- töihin



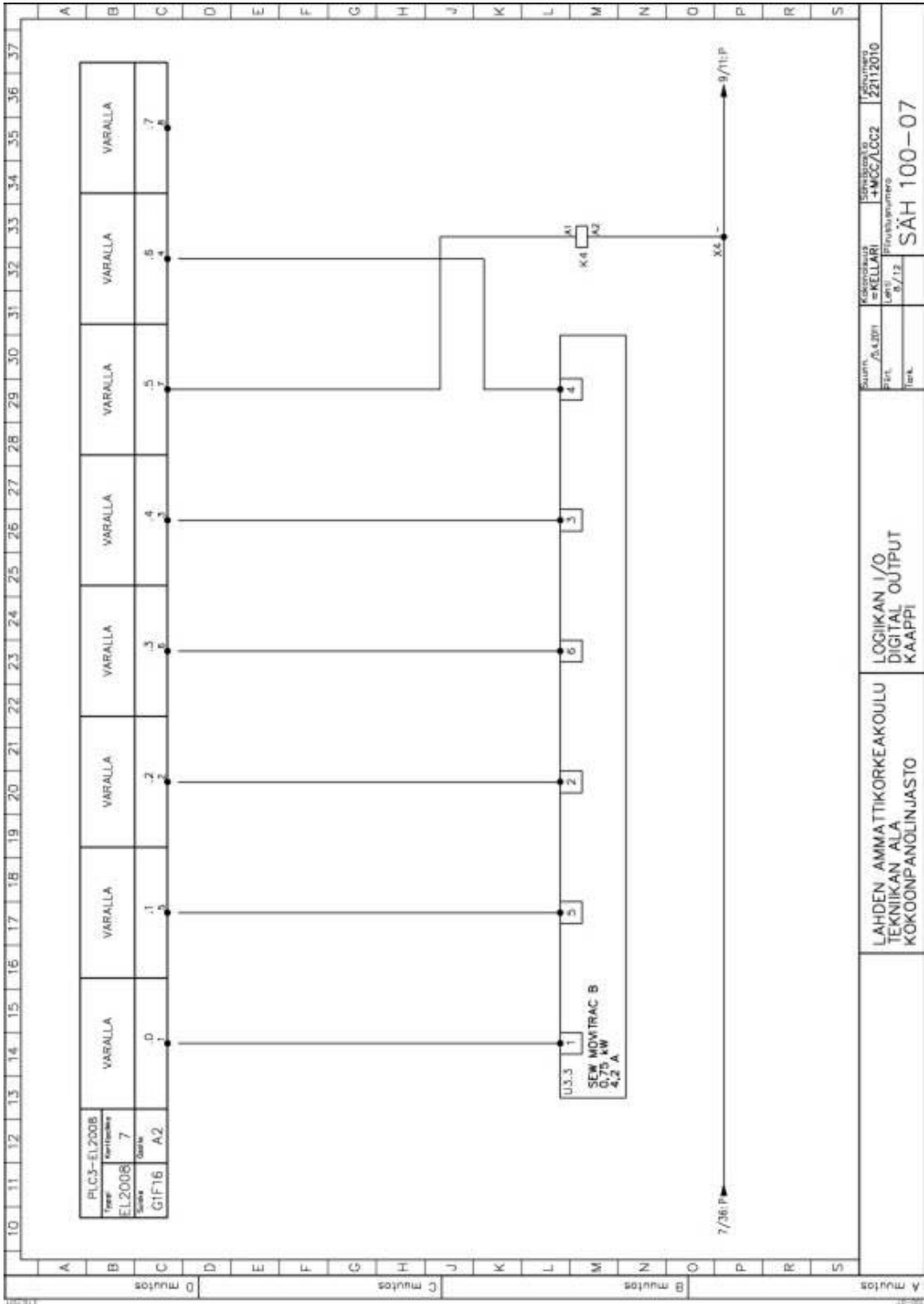
LIITE 7. Taajuusmuuttajan U4.2 ja U2.3 ohjaustietojen liitännät logiikan läh- töihin



LIITE 8. Taajuusmuuttajan U4.2 ohjaustietojen liitännät logiikan lähtöihin



LIITE 9. Taajuusmuuttajan U3.3 ohjaustietojen liitännät logiikan lähtöihin



[illegible]

